

STUDIU PRIVIND FIBRELE ALIMENTARE: DEFINIRE, CONSTITUENȚI, IMPLICAȚII NUTRITIVE ȘI FIZIOLOGICE

Dr.ing. Alin Mădălin Giurea
Ing. Denisa Duță
Ing. Cătălin Miha
S.C. Pambac S.A. – Bacău

Rezumat

Stabilirea unei definiții a fibrei alimentare a reprezentat de-a lungul timpului o balanță între cunoștințele în domeniul nutriției și capabilitatea metodelor analitice.

Fibrele alimentare exercită un spectru larg de efecte benefice, ceea ce a determinat includerea lor în alimentația profilactică și chiar terapeutică.

Abstract

The definition of food fibers represented among the time a balance between knowledge's in nutrition area and analytic methods.

Food fibers have a large spectrum of beneficial effects which determinate their inclusion in prophylactic and even therapeutic alimentation.

La prima vedere, pare foarte simplu de definit **fibrele alimentare**, dar această noțiune este foarte complexă. Asociația Americană a Chimiștilor din domeniul Cerealelor (AACC) și Comitetul Tehnic pentru Carbohidrați din filiala nord-americană a Institutului Internațional pentru Științele Vieții (ILSI N.A.) și-au unit eforturile în scopul analizării definiției curente a **fibrelor alimentare**, sub conducerea lui Dennis Gordon, Șeful Departamentului pentru Știința Cerealelor din cadrul Universității Statului Dakota de Nord și vechi cercetător în domeniul fibrelor.

O definiție a fibrei neprelucrate a fost propusă pentru prima dată de Williams și Olmstead în 1935.[8]

Termenul de **fibre alimentare** a fost folosit pentru prima dată de Hipsley în 1953, ca prescurtare pentru constituenții nedigestibili, care alcătuiesc peretele celulelor vegetale: celuloza, hemiceluloza și lignina.[4,8,9]

În 1972 – 1976, Trowell, Burkitt, Walker, Painter ș.a. au adoptat termenul lui Hipsley, din punct de vedere al influenței asupra sănătății. Termenul a fost folosit pentru a descrie componenții vegetali remanenți, rezistenți la hidroliza de către enzimele din corpul uman. Acești componenți sunt: celuloza, hemiceluloza, lignina și alte substanțe asociate, în cantitate mică: parafine, cutina și suberina.[4,5,18]

În 1979, Prosky a început procesul de stabilire a unui consens internațional privind definirea și metodologia **fibrelor alimentare**. [4,18]

1. Definierea fibrei alimentare

Stabilirea unei definiții a **fibrei alimentare** a reprezentat de-a lungul timpului o balanță între cunoștințele în domeniul nutriției și capabilitatea metodelor analitice. Astfel, s-a ajuns la următoarea definiție, prezentată spre aprobare, de către Comitetul pentru Definierea Fibrei

Alimentare, Biroului Director al AACC, la 10 ianuarie 2001:

„Fibrele alimentare sunt părți comestibile ale plantelor sau carbohidrați analogi, care sunt rezistenți la digestie și absorbție în intestinul subțire uman, cu fermentare completă sau parțială la nivelul intestinului gros. Fibrele alimentare includ: polizaharide, oligozaharide, lignina și alte substanțe vegetale asociate. Fibrele alimentare induc efecte fiziologice benefice, cum ar fi: purgația și / sau atenuarea colesterolului din sânge și / sau atenuarea glucozei din sânge.” [8,18].

1.1. Explicitarea definiției fibrei alimentare.

„Fibre alimentare..” - termen ce trebuie definit:

„...părți comestibile..” - este evident că pentru a face parte dintr-o dietă, un component al alimentelor trebuie să fie comestibil. „Parte” - indică faptul că fibrele alimentare reprezintă doar o porțiune din întregul produs alimentar;

„...ale plantelor...” - fibra alimentară a fost considerată tradițional a fi de origine vegetală;

„...sau carbohidrați analogi...” - se referă la carbohidrați similari celor ce se găsesc în plante, dar care nu derivă din plante, ci sunt produși în timpul procesării alimentelor, prin procese chimice și / sau fizice sau prin sinteze;

„...care sunt rezistente la digestie și absorbție în intestinul subțire al omului...” - rezistența la digestie și absorbție reprezintă „cheia” importanței fibrelor alimentare în dietă. Pentru ca nutrienții, alții decât fibrele alimentare, să fie biodisponibili pentru organism, trebuie zdrobiți, solubili sau modificați și

absorbiți prin pereții intestinului subțire. Fibrele alimentare, din acest punct de vedere, sunt unice; acestea trebuie să parcurgă intestinul subțire nedigerate, pentru a ajunge în intestinul gros, unde acestea continuă să acționeze;

„...cu fermentare completă sau parțială în intestinul gros...” - efectele pozitive ale fibrelor alimentare asupra sănătății sunt legate, în parte, de faptul că fermentarea fibrelor alimentare are loc în intestinul gros. Fermentația are un efect pozitiv asupra purgației, pH-ului colonului și rezultă compuși cu efecte fiziologice pozitive;

„...polizaharide...” ca: celuloza și hemiceluloza sunt elementele fundamentale ale fibrelor alimentare. Pentru majoritatea fibrelor alimentare, dimensiunea mare a moleculei de celuloză, dă fibrei aspectul de fibros; pentru alte fibre alimentare, polizaharide ca: β - glucanii dau aspectul de gumos, gelatinos, caracteristic fibrelor alimentare solubile. Toate polizaharidele fermentescibile nedigestibile, fie că este vorba de poliglucan ca: celuloza sau β - glucanii, polifrucoze ca: inulina, heteropolimeri ca: arabinoxilanii și arabinogalactanii sau carbohidrați analogi sunt incluse în definiția fibrei alimentare;

„...oligozaharide...” - care prin convenție sunt lanțuri cu un grad de polimerizare între 3 -10, dovedind câteva dintre proprietățile fiziologice ale omologilor lor mai mari și astfel sunt incluse în această definiție;

„...lignina ...” - deși nu este o polizaharidă în sine, aceasta este totuși legată de polizaharidele fibrelor alimentare și mărește rezistența la digestie;

„...și substanțe vegetale asociate...” - parafine, cutine și suberine, care sunt derivate ale acizilor grași nedigerabili, care ca și lignina, au legătură cu polizaharidele fibrelor alimentare, deseori constituind legături chimice între diferite componente și măbind rezistența la digestie;

„...induc efecte fiziologice benefice...” - cercetarea științifică a demonstrat efectele fiziologice ale fibrelor alimentare. Carbohidrații similari, corespunzători definiției, demonstrează cel puțin unul dintre efectele fiziologice pozitive incluse în definiție.

Purgația este un efect fiziologic important, determinat de creșterea conținutului de fibre alimentare din dietă, în locul altor componente ale produselor alimentare.

Termenul și / sau se folosește deoarece nu toate fibrele alimentare au toate efectele fiziologice pozitive menționate în definiție, dar prezintă cel puțin unul dintre ele.

Referitor la atenuarea colesterolului din sânge și / sau atenuarea glucozei din sânge, cercetarea din ultimii ani a demonstrat că un consum crescut de

fibre în dietă și a unor produse cu conținut ridicat de fibre („high-fiber foods”), determină o ajustare pozitivă a nivelului de colesterol din limfă – considerat biomarker în legătură cu riscul bolilor coronariene, precum și o reducere a nivelului de glucoză din limfă, după servirea mesei, un efect considerat benefic pentru sănătate.[18]

2. Constituțiii fibrei alimentare.

Dacă aspectul fibrei alimentare pare evident (de exemplu: materialul sau porțiunea de tărâțe a bobului de grâu), caracterizarea chimică este mult mai complexă.

Din punct de vedere chimic, fibrele alimentare se pot clasifica în: celuloză, hemiceluloză, pectina, xiloglucanul, lignina.

Din punct de vedere a solubilității, se diferențiază:

- fibre insolubile în acizi și baze (celuloza, lignina și hemiceluloza) – reprezintă aproximativ 50% din fibrele vegetale, fiind denumite și fibre brute;
- fibre solubile (pectinele, gumele, mucilagiile, unele hemiceluloze).[15]

Constituțiii fibrelor alimentare sunt rezumați în clasificarea de mai jos[18].

- **Polizaharide neamidoaze și oligozaharide rezistente**

- Celuloza
- Hemiceluloza
 - Arabinoxilani
 - Arabinogalactani
- Polifructoza
 - Inulina
 - Oligofructani
- Galactooligozaharide
- Gume
- Mucilagii
- Pectine

- **Carbohidrați analogi**

- Dextrine nedigestibile

- Maltodextrine rezistente (din porumb sau alte surse)

- Dextrine din cartofi rezistente

- Compuși carbohidrați sintetizați

- Polidextroza

- Metilceluloza

- Hidroxipropilmetilceluloza

- Amidonuri (rezistente) nedigestibile

- **Lignina**

- **Substanțe asociate cu polizaharidele neamidonoase și lignina din plante**

- Parafine

- Fitat

- Cutina

- Saponine

- Suberina

- Taninuri

CELULOZA - formează masa principală a pereților celulari ai plantelor, fiind formată din resturi de celobioză polimerizate, cu greutate moleculară cuprinsă între 300.000 – 500.000. Molecula de celuloză se grupează în micelle datorită legăturilor de hidrogen, prin unirea a aproximativ 60 molecule.

Fibra de celuloză este constituită din macromolecule filiforme, de dimensiuni diferite, legate covalent, care pot atinge grade de polimerizare foarte mari, ce determină caracterul fibros al celulozei și rezistența caracteristică la acțiunea acizilor, alcaliilor și a enzimelor.

HEMICELULOZA - este un polizaharid mai puțin complex și cu un grad de polimerizare mai scăzut. Prin hidroliză cu acizi diluați, pune în libertate pentoze (arabinoza, xiloza) și hexoze (manoză, galactoza), acid glucuronic și galacturonic, fiind considerată asociație de pentozani și hexozani cu acizi uronici. În peretele celular se află în stare amorfă sau

paracristalină, înconjurând microfibrele de celuloză.[15]

Principalul polizaharid constituent al pereților celulari ai endospermului de grâu este arabinoxilanul (pentozan), cunoscut ca hemiceluloză.

Din punct de vedere a solubilității, hemiceluloza s-a definit ca: acel polizaharid din plante, care nu poate fi extras cu apă, dar este extras cu soluție de alcalii.

Unii specialiști au utilizat termenul de hemiceluloză pentru a se referi la polizaharidele neamidonoase insolubile în apă, iar termenul de pentozani pentru polizaharidele solubile în apă.

Compoziția chimică, structura și proprietățile pentozanilor din endospermul de grâu au fost studiate într-o măsură mai mare decât cele găsite în alte porțiuni din boabele de grâu sau alte plante, precum și pentozani din secară.

Este general acceptat că endospermul făinii de secară conține pentozani în cantitate apreciabil mai mare decât grâul.

Aproximativ jumătate din pentozani sunt extractibili cu apă și deci sunt incluși în categoria gumelor.

Una din proprietățile importante a pentozanilor este capacitatea de legare a apei. Deoarece sunt considerați gume, pentozanii sunt capabili să lege cantități mari de apă. Această proprietate îi face importanți în legătură cu capacitatea de legare a apei în panificație. Bushuk (1966) a estimat că 34% din apa din aluat este asociată cu pentozani.[5]

INULINA și OLIGOFRACTOZA - sunt fibre alimentare naturale, solubile, prezente în multe fructe și legume. Acești fructani se găsesc în ceapă, anghinare, grâu, usturoi și cicoare. S-a observat că americanii consumă zilnic 1-4 g din aceste materii, în timp ce europenii consumă între 3-11 g /zi.

Inulina și oligofractoza se extrag din rădăcina de *Cichorium intybus* folosind apă fierbinte și sunt comercializate ca ingrediente alimentare pentru produsele cu efecte pozitive asupra sănătății. Rădăcina de cicoare conține în medie 15 -20% inulină și 5-10% oligofractoză.[11]

Inulina – este un carbohidrat alcătuit din molecule de fructoză legate β -(2-1), care se termină de obicei cu unități de glucoză. Lungimea lanțului variază între 2-60 unități, un lanț mediu având 10 unități. Se găsește în peste 36000 plante cu puțin sau deloc gust dulce.

Oligofractoza – cunoscută ca fructo-oligozaharida este alcătuită din lanțuri de unități de fructoză cu legături β -(2-1), similar inulinei, dar cu lungimea lanțului mult mai mică: 2-10 unități.

Prezintă grad de dulce moderat, aproximativ 30-50 % din cel al zaharozei.

GUMELE – sunt polimeri cu masă moleculară mare, cu o serie de proprietăți funcționale, ce le fac extrem de utile pentru industria alimentară.

După Glicksman, 1979, se pot deosebi următoarele grupe de gume naturale:

- gume de exudație (exudate din arbori): guma arabică, guma tragacanth, guma karaya, guma ghatti;
- gume din semințe: guma guar, guma carruba, guma tamarind;
- extracte din plante: substanțele pectice;
- extracte din alge: agarul, algiinații, carrageenan, furcelleran;
- gume de fermentare: xantanul, dextranul.[2]

Aproximativ 77% din totalul gumelor sunt folosite în industria alimentară, datorită capacității lor de îngroșare, de reținere a apei, respectiv gelificare.

Capacitatea de îngroșare se referă la vâscozitatea soluțiilor de hidrocoloizi, care se comportă ca lichide nenenewtoniene (pseudoplastice sau dilatante), vâscozitatea fiind dependentă de viteza de amestecare.

Comportarea nenenewtoniană a hidrocoloizilor se datorează creșterii orientării moleculelor asimetrice, odată cu creșterea vitezei de amestecare, modificării moleculelor flexibile de hidrocoloid, datorată creșterii vitezei de amestecare, efectului curgerii asupra interacțiunilor intermoleculare.

În ceea ce privește capacitatea de gelificare, deși toți hidrocoloizii conferă o vâscozitate mai mare sau mai mică soluțiilor respective, numai puțin dintre ei

au capacitatea de a forma geluri. Formarea de geluri implică asociații intermoleculare, care conduc în final la o rețea tridimensională în ochiurile căreia este prinsă faza apoasă.

Dextranul nativ are o masă moleculară de 30 – 90 milioane și prin depolimerizare parțială și fracționare se obțin produse cu masă moleculară mai mică, care au diverse utilizări în industria alimentară și farmaceutică.

Dextranul nativ și cel parțial depolimerizat sunt degradați în traiecul gastrointestinal al omului, de către dextranază, în proporție de 86 – 90%. Gradul de digestibilitate este mai mult în funcție de structura dextranului (gradul de ramificare) și nu de masa moleculară. La om este prezentă atât dextranaza proprie mucoasei intestinale cât și cea secretată de microflora colonului. Dextranaza mai este prezentă în splină, ficat și rinichi. La om, doza zilnică admisibilă este de 0 – 10 mg / kilocorp.

Xantanul - este hidrolizat în traiecul gastrointestinal în proporție de aproximativ 15%, fiind absorbit și metabolizat până la dioxid de carbon, fără nici un fel de acumulare a xantanului în țesuturi, restul fiind eliminat.

La om, doza zilnică admisibilă este de 0 – 10 mg / kilocorp.

O utilizare deosebită a xantanului în S.U.A. este aceea de a obține o pâine lipsită de gluten, pentru persoanele care suferă de boala celiacă.[5].

MUCILAGIILE – sunt amestecuri de substanțe aflate în uleiurile vegetale brute, sub formă coloidală, în suspensie sau dizolvate. Principalele componente ale

mucilagiilor sunt: fosfatidele, albuminoidele, hidrații de carbon, etc.[13]

DEXTRINA – este un produs macromolecular obținut prin degradarea parțială a amidonului; un amestec de polizaharide cu masă moleculară diferită, care dau culoare diferită cu iodul: amilodextrine, eritrodextrine, acrodextrine, maltodextrine, însoțite de o parte din amidon și mici cantități de maltoză, izomaltoză și glucoză.[2]

POLIDEXTROZA – este un polimer care conține glucoză, legăturile predominante fiind cele 1,6 – glucozidice. În structura polidextrozei intră și sorbitolul, acidul citric și 5 - hidroximetil furfural.[13]

METILCELULOZA – este eterul metilic al celulozei. Se obține din lemn sau bumbac, tratat cu alcalii, iar celuloza obținută se tratează cu clorură de metil. Se prezintă sub formă de granule albe, solubilă în apă rece și în solvenți organici, insolubilă în apă caldă. Are capacitatea de a lega apa.[13]

HIDROXIPROPILMETILCELULOZA – se obține prin tratarea celulozei sodate cu clorură de metil și oxid de propilenă. Se prezintă sub formă de pulbere fibroasă sau granulară, de culoare albă, higroscopică. Se umflă în apă, dând o soluție clară până la opalescentă, vâscoasă. Este insolubilă în alcool etilic.[2]

AMIDONUL REZISTENT – prin definiție, este rezistent la digestie și absorbție în intestinul subțire uman. Această rezistență este găsită în amiloza retrogradată, în amidonul imobilizat fizic, în granulele de amidon rezistente la digestie și fragmente de amidonuri modificate chimic și termic, primele trei de obicei

devin digestibile după prelucrarea alimentelor.[12, 16, 18]

Acest termen a fost folosit pentru prima dată de Englyst, care s-a ocupat de studiul și clasificarea amidonurilor rezistente în funcție de factorii intrinseci ai sursei alimentare și în funcție de tratamentul de fabricare la care a fost supus amidonul. Astfel, amidonul rezistent se găsește natural în banane, cartofi, dar și în alimente supuse la temperaturi înalte.[12]

LIGNINA – este un polimer ramificat, alcătuit din unități de fenil-propan, cu greutate moleculară cuprinsă între 1000 - 4500, care se leagă parțial de componenții polizaharidici ai peretelui celular.[15]

PARAFINELE și CUTINA – se găsesc sub formă de straturi de ceară la suprafața pereților celulei, sunt alcătuite din acizi grași hidroxi-alifatici cu lanț lung, puternic hidrofobi și sunt rezistenți la digestie.[13]

SAPONINELE – sunt glicozide care cu apa, la agitare, formează spumă abundentă și persistentă, iar cu uleiurile dau emulsii stabile, datorită proprietății lor tensioactive. Se utilizează în industria alimentară ca emulgatori, coloranți protectori, agenți de spumare. Se găsesc în castane sălbatice, ciuin, boabe de soia, etc.[13]

SUBERINA – este o substanță organică formată din acizi grași, care cu substanțele tanante formează straturi ce acoperă membranele celulozice, în țesuturile vegetale cu rol de protecție. Deși nu este bine caracterizată, se crede că suberina este o combinație puternic ramificată de fenoli polifuncționali, hidroxiacizi polifuncționali și acizi

dicarboxilici, care sunt legați de peretele celular prin legături esterice. [13,18]

TANINURILE – sunt componente răspândite în regnul vegetal (în coaja, frunzele și fructele multor plante). Taninurile naturale se împart în: - hidrolizabile și condensate.

Taninurile hidrolizabile (galotaninuri și elagotaninuri) dau prin hidroliză acidă sau în prezență de tanază un monoglicid (de obicei D-glucoză) și acid galic sau derivați ai acestuia (printre care și acid elagic); prin încălzire uscată se formează pirogalolul. Taninurile condensate sunt compuși derivați de la catehine, nu conțin glucide și nu pot fi descompuse în molecule mai simple decât prin topire alcalină; prin încălzire uscată conduc la pirocatehine. Taninurile naturale sunt solubile în apă și unele în etanol.[13].

3. Proprietățile ingredientelor bogate în fibre alimentare.

Proprietățile ingredientelor bogate în fibre variază foarte mult și sunt reglementate de mai mulți factori. Această categorie de ingrediente este diversă și cuprinde fibre din mai multe surse. Tipul fibrei și gradul de prelucrare necesar pentru a produce ingrediente bogate în fibre determină o diversificare a proprietăților, precum și o modificare a funcționalității lor. Diferite tipuri de fibre determină anumite proprietăți funcționale ca: mărirea volumului, creșterea vâscozității, formarea de geluri și înlocuirea sau reducerea la minim a grăsimilor. Pentru a înțelege modul de funcționare al unui ingredient bogat în fibre, este important să se examineze, în mod

amănunțit, factorii care influențează proprietățile sale.

3.1. Factorii care influențează proprietățile ingredientelor bogate în fibre

3.1.1. Originea (sursa)

Compoziția fibrelor variază după originea lor, influențând foarte mult proprietățile funcționale ale ingredientelor bogate în acestea. Structura bidimensională a fibrei influențează structura tridimensională a acesteia, adică modul în care polimerul interacționează cu el însuși sau cu alți polimeri. De exemplu, datorită liniarității bidimensionale, moleculele de celuloză interacționează între ele prin intermediul legăturilor de hidrogen pentru a forma structuri cristaline. Acest lucru determină rezistența celulozei și capacitatea de a realiza integritatea structurală a plantelor. Similar, moleculele de pectină pot forma gel în anumite condiții (pH potrivit, prezența calciului, etc.), depinzând de prezența și gradul grupărilor carboxil în esterul metilic al moleculelor.

Deoarece fibrele sunt polimeri macromoleculari sintetizați în natură, conținutul în fibre variază în funcție de origine. Astfel, diferite culturi de ovăz au un conținut variat de fibre, proteine, grăsimi, umiditate și substanțe minerale. Aceste variații afectează compoziția finală a ingredientelor și implicit proprietățile funcționale, ca de exemplu absorbția apei.

3.1.2. Tipul și gradul de prelucrare

Procesul tehnologic folosit pentru producerea ingredientelor bogate în fibre influențează în mare măsură proprietățile funcționale ale acestora.

Măcinarea, albirea, mărunțirea, tratamentul enzimatic, stabilizarea, extrudarea, deshidratarea sau uscarea și tratamentul termic sunt câteva procese folosite în fabricarea ingredientelor bogate în fibre alimentare.

3.1.2.1. Măcinarea – este un proces fizic de separare a tărâței și a germeilor din boabele de cereale, de endosperm. Gradul în care aceste componente sunt separate influențează proprietățile finale ale ingredientelor. Amidonul și alți compuși care absorb apa sunt localizați în endosperm. Dacă în timpul procesului de măcinare, endospermul nu este complet separat de tărâță și germeni, ingredientele produse pot absorbi mai multă apă datorită prezenței amidonului. Dacă temperatura este ridicată, amidonul, în prezența apei, poate gelifica determinând creșterea vâscozității.

3.1.2.2. Albirea – reprezintă din punct de vedere chimic un proces de oxidare. Ingredientele bogate în fibre pot fi oxidate pentru a elimina sau reduce culoarea lor naturală închisă sau neplăcută. Albirea se realizează pentru a veni în întâmpinarea dorinței consumatorilor pentru produse alimentare deschise la culoare. Substanțele chimice folosite la albire diferă în funcție de puterea lor de oxidare, cel mai des fiind folosită apa oxigenată. Taninurile și alți pigmenti sunt repede oxidați. Deoarece mulți compuși organici pot suporta oxidare, procesul trebuie controlat și monitorizat cu grijă, pentru a se asigura că pigmentii sunt albiți fără alterarea celorlalți compuși organici.

3.1.2.3. Mărunțirea – este un proces prin care se reduc dimensiunile particulelor până la stadiul de pudră, micșorând astfel

lungimea fibrelor. Această operație se efectuează pentru a reduce efectul negativ al senzației de „nisipos” în cavitatea bucală, la ingerarea ingredientelor. Mărunțirea modifică capacitatea de absorbție a apei și influențează dispersibilitatea și solubilitatea fibrelor în apă. Mărunțirea poate determina două tipuri de modificări în pudra realizată. În primul rând reduce dimensiunea particulelor, ceea ce duce la creșterea ariei suprafeței totale; astfel o suprafață mai mare poate intra în contact cu apa. După cum s-a descris anterior, fibrele se clasifică în fibre solubile sau insolubile, iar interacțiunea fibrei cu apa depinde, de asemenea, de caracteristicile de solubilitate ale acestora. Dacă fibra este hidrofobă (insolubilă), creșterea ariei suprafeței pudrei poate mări expunerea fibrei hidrofobe la apă, ceea ce determină o descreștere a interacțiunii acesteia cu apa. Pentru fibrele insolubile mai lungi, ca cele de ovăz, reducerea dimensiunii particulelor conduce în general la micșorarea absorbției de către pudră. În al doilea rând, mărunțirea poate determina scăderea volumului porilor interiori ai fibrei. Pentru fibrele din grâu și soia, acesta este deja mic, deci mărunțirea nu determină schimbări majore în absorbția apei.

3.1.2.4. Tratamentul enzimatic – se utilizează de către producători pentru a hidroliza componentii și pentru a modifica proprietățile funcționale ale ingredientelor. De exemplu, guma guar și β – glucanii din ovăz pot fi hidrolizați ducând la scăderea vâscozității.

3.1.2.5. Procedeele de stabilizare – sunt folosite pentru a elimina activitatea enzimatică, care cauzează râncezirea

produselor. Tărâța de orez este instabilă, de aceea lipazele prezente trebuie rapid inactivate. Procedeele de stabilizare includ de obicei folosirea temperaturilor mai ridicate pentru inactivarea enzimelor.

3.1.2.6. Extrudarea – poate determina modificări în ingredientele bogate în fibre ca urmare a efectului de forfecare implicat. Lanțurile ramificate ale polimerilor sunt susceptibile la forțele de forfecare și pot fi separate de lanțul principal al polimerului, determinând o modificare a funcționalității ingredientului respectiv, ca de exemplu reducerea vâscozității. Partea de fibră solubilă poate crește, în funcție de condițiile de extrudare și produs.

3.1.2.7. Deshidratarea sau uscarea – se utilizează pentru a elimina apa și a obține pudre stabile. Procesele care se aplică depind de originea fibrelor. De exemplu, prunele sunt deshidratate prin uscare cu aer cald, iar celuloza microcristalină poate fi uscată prin pulverizare.

3.1.2.8. Tratamentele termice – implică utilizarea temperaturilor înalte, care conduc la reacții Maillard și la reacții de caramelizare. Expunerea la temperaturi înalte determină formarea pigmentilor bruni și a aromei de prăjit, deci o îmbunătățire a culorii și aromei produsului final. Această operație poate reduce amăreala, asociată unor produse cu tărâțe. Tratamentele termice pot determina și unele efecte suplimentare. Astfel, fibrele solubile pot deveni mai greu de dispersat și hidratat, iar produșii finali de reacție pot deveni insolubili.

3.2. Proprietățile ingredientelor bogate în fibre alimentare.

3.2.1. Solubilitatea – este influențată de caracteristicile structurale ale polimerilor carbohidrați (ramificațiile lanțului polimeric, grupările ionice, legăturile dintre monomeri, neuniformitatea). În tabelul 1 este prezentată solubilitatea în apă a unor ingrediente bogate în fibre.

Există diferență între solubilitatea ingredientelor bogate în fibre și fibrele solubile. Fibrele solubile se definesc ca fibre care sunt solubile în soluții apoase, identice cu cele din sistemul digestiv uman.

Solubilitatea ingredientelor bogate în fibre se referă la starea ingredientului în apă. Totuși termenul de fibră solubilă se poate referi și la solubilitatea fibrelor din componența ingredientelor în apă. Dacă o fibră este declarată solubilă, aceasta nu înseamnă că se dizolvă complet, ca în cazul glucozei în apă. Solubilitatea în acest caz se referă la dispersia polimerilor în apă; moleculele fibrelor și alte componente prezente în ingrediente, după prelucrare sau extracție, nu sunt niciodată complet dizolvate, dar există într-o oarecare măsură în stare de dispersie coloidală.

Tabelul 1 (Nelson, A.L., 2001)
Solubilitatea în apă a unor ingrediente bogate în fibre

Ingrediente bogate în fibre	Insolubile în apă	Solubile în apă rece	Solubile în apă caldă
Făinuri și tărâțe din cereale*	X		
Fibre din mazăre	X		
Celuloză	X		
Celuloză microcristalină	X		
Amidon rezistent	X		
Chitină	X		
Metilceluloză		X	
Hidroxiopilmetilceluloză		X	
Carboximetilceluloză		X	X
Pectină		X	X
Carrageenan		X	X
Alginați		X	X
Acacia		X	X
Karaya			X
Tragacanth		X	X
Guar		X	X
Locust bean			X
Xantan		X	X
Gellan			X
Arabinogalactan		X	X
Inulina		X	X
Făina Konjac		X	X
Fibre din sfeclă-de-zahăr**	X		
Mere, pere**	X		
Curmale, stafide**	X		

*) Unele ingrediente bogate în fibre din cereale conțin fibre solubile (β - glucanii din ovăz, orz, etc.);

**) Conțin fibre solubile.

În plus, ingredientele bogate în fibre pot conține fibre solubile, dar să nu fie

insolubile în apă. De exemplu, făinurile de orz și ovăz conțin fibre solubile în apă (β –

glucanii), dar nu sunt ingrediente solubile, deoarece conțin amidon și alți compuși insolubili în apă. Pe de altă parte, pectina și gumele, cum ar fi guma arabică, sunt ingrediente solubile în apă, care sunt în mare măsură compuse din fibre solubile.

3.2.2. Vâscozitatea

Ingredientele bogate în fibre contribuie la creșterea vâscozității alimentelor. Deși ingredientele bogate în fibre din cereale (făina de ovăz, tărâța de grâu, etc.) precum și cel din fructe pot afecta vâscozitatea , gumele vegetale sunt cele mai mult folosite ca agenți de

îngroșare, în scopul de a mări vâscozitatea produselor alimentare.

Gumele mai sunt numite și hidrocoloizi, deoarece formează dispersii coloidale în apă. Gumele care determină cea mai mică vâscozitate sunt: guma acacia, arabinogalactanul și inulina, iar cele care determină în soluții vâscozitățile cele mai mari sunt guma guar și făina Konjac.

În tabelul 2 sunt prezentate vâscozitățile unor soluții de gumă de concentrație 1%, după 24 ore, la temperatura de 25° C (după Banu C., 2000).

Tabelul 2

Vâscozitățile unor soluții de gumă

Tip de gumă	Vâscozitatea (cPs)
Tragacanth	3400
Locust bean	3200
Guar	3200
Karaya	3000
Alginat de sodiu	1700
Xantan	1600
Carrageenan	1400
Carboximetilceluloză	1300
Propilenglicol alginat	1100

3.2.3. Gelificarea

Gelificarea poate fi descrisă ca o asociere a polimerilor cu formarea unei rețele. Gelul rezultat are structură fermă, tridimensională. Gumele vegetale sunt folosite deseori ca agenți de gelifiere în produsele alimentare. Formarea de gel depinde de mulți factori ca: tipul gumei, concentrația, temperatura, prezența ionilor (calciul), pH-ul și prezența altor gume. Gumele negelificatoare sunt: guma guar (guma guar parțial hidrolizată), guma arabică, guma Karaya, carrageenanul și tragacanth-ul.

3.2.4. Capacitatea de legare a apei

Pentru a înțelege această noțiune trebuie definiți doi termeni:

- capacitatea de reținere a apei - reprezintă cantitatea de apă reținută de sistem (gel), în interiorul său, fără a fi supus unei presiuni (forțe) suplimentare;
- capacitatea de legare a apei - reprezintă cantitatea reținută de sistem, în condițiile în care acesta este supus unei forțe exterioare (de exemplu centrifugare);

Deoarece fabricarea și prelucrarea produselor alimentare implică de obicei folosirea de operații cu stres fizic (de exemplu: frământarea aluatului la pâine, extrudarea cerealelor, omogenizarea produselor lactate), se ia în calcul capacitatea de legare a apei, dintre cele două noțiuni definite mai sus. Capacitatea de legare a apei este în funcție de originea fibrei, structura fibrei (mai mult decât compoziția chimică a acesteia) și mediul produsului alimentar.

Microstructura fibrei include caracteristici ca: lungimea fibrei, dimensiunea particulei și porozitatea ingredientului. Mediul produsului alimentar se referă la: pH, puterea ionică, concentrația ingredientului bogat în fibră și prezența altor ingrediente, care leagă apa ca: zaharuri, amidonuri, etc.

În tabelul 3 se arată capacitatea de legare a apei pentru diferite ingrediente bogate în fibre (Nielson, A.L., 2001):

Tabelul 3

Capacitatea de legare a apei pentru diferite ingrediente bogate în fibre

Ingredient	Capacitatea de legare a apei (g apă / g material x 100)
Pulpă de mere	230
Tărâțe de orez	100
Tărâțe de grâu	260
Tărâțe de ovăz	140
Tărâțe de porumb	250
Tărâțe de soia	240
Fibre din sfeclă-de-zahăr	350

3.2.5. Capacitatea de legare a grăsimilor

Fibrele alimentare leagă și grăsimile. Deși compoziția chimică a fibrelor joacă un rol important, abilitatea de a lega grăsimile este dată de porozitatea fibrelor. Îmbibarea ingredientelor cu apă poate ajuta reducerea grăsimilor din ingrediente, deoarece apa ocupă porii fibrei, înainte de adăugarea grăsimilor.

3.2.6. Capacitatea de legare a substanțelor minerale și a substanțelor organice

Datorită prezenței acizilor uronici precum și a grupărilor carboxil libere ale monozaharidelor, multe fibre alimentare au capacitatea de a lega cationii (calciu, cadmiu, zinc și cupru). Un exemplu al

acestui fenomen îl constituie pectina. La pH acid, pectinele slab metoxilate pot lega ionii de calciu, ceea ce ajută la formarea unei structuri de gel. Tărâța de grâu este considerată un slab schimbător de cationi. Abilitatea componentelor fibrelor de a lega unele substanțe minerale încărcate pozitiv se numește capacitate de schimb ionic (CEC). CEC este influențată de tipul fibrei, pH, încărcarea ionică, natura cationului. O excepție de la legarea substanțelor minerale o reprezintă inulina și oligofrucoza, care măresc biodisponibilitatea substanțelor minerale ca: calciu, magneziu și fier. Fibrele alimentare pot absorbi unele molecule organice, în funcție de pH. De exemplu, lignina poate lega acizii biliari, în timp ce

tărâța de grâu poate lega cancerigeni ca: benzpirazina, fapt important în rolul fiziologic al fibrelor alimentare. Această proprietate se crede că reduce riscul anumitor tipuri de cancer. [10]

4. Implicațiile nutritive și fiziologice ale fibrei alimentare

Preocuparea pentru componența și starea alimentelor a fost exprimată cu mult timp în urmă, înainte de adoptarea termenului de **fibră alimentară**.

„Și aceasta eu știu, și chiar mai mult, că pentru corpul omenesc este o mare diferență dacă pâinea este fină sau aspră, din grâu cu sau fără tărâțe, fie că este mestecată cu multă sau puțină apă, prelucrată forțat sau deloc, coaptă sau crudă și multe alte diferențe, și același lucru se întâmplă cu prăjitura; puterile fiecăreia de asemenea sunt mari, și nici una nu-i ca cealaltă. Cel ce nu dă atenție acestor lucruri sau dând atenție, nu le înțelege, cum poate el înțelege bolile care dau peste om.” (din „The Genuine Works of Hippocrates”, tradusă de Francis Adams, 1939).[18]

Scopul cercetării nutriționale este de a determina factorii nutritivi (fiziologici), care îmbunătățesc și optimizează calitatea vieții, exprimată prin creșterea duratei de viață și / sau sănătate mai bună, adică o funcționare și o stare mai bună a organismului.

Definiția **fibrei alimentare** a fost concepută pe baza observațiilor privind efectele pozitive asupra sănătății, legate de consumul de diete bogate în acest component.

S-a realizat o corespondență între consumul insuficient de fibre alimentare și

constipație, diverticuloza, hernia de esofag, apendicita, varice, hemoroizi, diabet, obezitate, boli cardiovasculare, cancer al intestinului gros, pietre la vezica biliară, ulcer duodenal, cancer la sân.[18]

Fibrele alimentare insolubile favorizează progresia bolului fecal și la reducerea tranzitului în tractul gastrointestinal, în timp ce fibrele alimentare solubile sunt fermentate și contribuie la modificări în metabolism.[7]

În urma unei cercetări de peste 50 de ani în acest domeniu, s-a demonstrat că o dietă „săracă” în fibre alimentare, determină trei caracteristici fiziologice: constipație, risc crescut al bolilor cardiovasculare și fluctuație mărită a glucozei și insulinei în sânge.

Purgația - este un efect fiziologic foarte important, ce rezultă în urma creșterii cantității de fibre alimentare din dietă, în locul altor componente.

Un conținut crescut de fibre alimentare în dietă, duce la o creștere a bolului fecal, reducerea tranzitului acestuia prin intestinul gros (ceea ce permite o interacțiune mai slabă a mutagenilor fecali cu epiteliului intestinal), creșterea frecvenței defecației, o regularizare a defecației și reducerea consistenței bolului fecal. [1]

În același timp are loc și o reducere a pH-ului din colon, o dezvoltare a microflorei intestinale și o modificare a distribuției speciilor microflorei intestinale, toate considerate benefice.[18] Un studiu de prospectare, efectuat în anul 2000 în Australia, a arătat că constipația este o problemă pentru 14,1% din femeile tinere, 26,6% din femeile de vârstă medie și 27,7% din femeile în vârstă.

Hemoroizii afectează 3,2 % din femeile tinere, 17,7% din femeile de vârstă medie și 18,3% din femeile mai bătrâne. 1/3 din femeile tinere și jumătate din femeile de vârstă medie și bătrâne au cerut sfatul pentru combaterea constipației.

În țările dezvoltate se consideră că 10% din populație prezintă greutate în defecație, iar numărul persoanelor care acuză constipație cronică crește odată cu vârsta, în special la femei.[15]

Reducerea colesterolului din sânge

Reducerea riscului de dezvoltare a bolilor cardiovasculare a fost printre primele observații ale cercetătorilor din domeniul fibrelor alimentare.

După un studiu efectuat timp de 12 ani, pe 859 persoane din sudul Californiei, s-a arătat că un consum zilnic de 6 g fibre alimentare a fost asociat cu o reducere cu 25% a mortalității din cauza bolilor de inimă ischemice. Colesterolul total din plasmă și colesterolul cu densitate joasă asociat lipoproteinelor (LDL) sunt considerați biomarkeri. Reducerea nivelurilor acestor biomarkeri, în normele prescrise, sunt considerate măsuri acceptabile pentru reducerea riscului bolilor de inimă coronariene. Un studiu din 1992 a arătat că fibrele din grâu și celuloza nu reduc consistent colesterolul, în timp ce pectina, guma guar, fibrele de ovăz și legumele realizează acest lucru.

S-a determinat că fibrele din coaja de soia și tărâța din grâul dur de primăvară reduc colesterolul total, în timp ce nu afectează LDL. [18]

După Anderson, orice reducere cu 1% a valorilor colesterolului este asociată

cu o reducere de aproximativ 2-3 % a riscului bolilor de inimă coronariene. [14]

Guma guar parțial hidrolizată consumată de 3 ori pe zi în doze de 12g ca băutură după fiecare masă a redus semnificativ colesterolul după 4 săptămâni.

Fibrele alimentare pot reduce colesterolul total din organism, chiar dacă nu are loc o reducere semnificativă a colesterolului.

Reducerea glucozei din sânge

Diabetul și numeroase alte afecțiuni care-l însoțesc constituie o problemă în continuă creștere pentru oameni și se crede că numărul cazurilor de diabet (mai ales diabet de Tipul II) va crește substanțial în următoarele decenii. Analizând creșterea de la 30 milioane de cazuri, în întreaga lume, în 1985 la 120 milioane cazuri în anul 2000, se estimează pentru 2010 un număr de 220 milioane și mai mult pentru 2025 - 300 milioane.

Încă din 1973 s-a realizat o legătură între consumul insuficient de fibre alimentare și riscul crescut de diabet.

S-au arătat efectele benefice ale consumului crescut de fibre alimentare pentru tipurile de diabet I și II: reduc ascensiunea glicemică prin creșterea sensibilității la insulină a țesutului periferic, reducerea necesităților de insulină, scăderea colesterolemiei (cu 10-16% la un consum de 40 g fibre alimentare pe zi), reducerea trigliceridemieii, un control mai bun al greutății, presiune a sângelui mai scăzută, scăderea activității amilazei pancreatice și încetinirea pătrunderii acesteia prin gelul intestinal către sursele glucidice. Datorită acestor proprietăți, proporția de glucide poate să crească în rația diabeticilor până la 50-60%, fără a se

produce perturbări negative ale curbei glicemice.

Pentru aceeași cantitate de hidrați de carbon, adaosul de fibre alimentare poate reduce cu până la 10-25% glicemia.

Fibrele alimentare solubile se pare că dovedesc cele mai mari efecte terapeutice.

Ingestia unei cantități date de glucoză determină o creștere rapidă a nivelurilor de glucoză, atingând un nivel de vârf în 30 – 60 min după ingestie. Aceasta este urmată de un declin destul de rapid a glucozei, în următoarele 30 – 60 min, deoarece secreția de insulină în corp crește, ca răspuns la nivelul crescut de glucoză. După aproximativ 2 ore, nivelul de glucoză revine la un nivel egal sau mai mic decât nivelul anterior ingestiei de glucoză. Pentru produsele alimentare, care sunt ușor și rapid ingerate, răspunsul glucozei urmează aproape modelul glucozei, când se ingerează. Pentru alimentele bogate în fibre, creșterea glucozei este mult mai înceată și nu atinge atât de repede un nivel maxim. La fel, declinul de glucoză după atingerea vârfului este mai puțin rapid.

S-a arătat că guma guar, amestecată adecvat în alimente, a redus răspunsul glucozei din sânge, postprandial, cu 44%, pectina l-a redus cu 29%, alte fibre gelificatoare (guma tragacanth, metilceluloză, agar) cu 23 %, tărâța de grâu cu 27%.

S-a demonstrat că adăugând făină de orz, cu conținut ridicat de fibră (îmbogățită în β – glucan prin măcinare și cernere) la paste, pentru a mări nivelul fibrei alimentare de la 4,1 % la 17,4%, se obține reducerea răspunsului glucozei la aproximativ 50 %.

Ingestia a 12g polidextroză amestecate cu 50g glucoză a dus la reducerea cu 11% a ariei de sub curba de toleranță a glucozei, comparativ cu ingestia a 50 g glucoză singură. [18]

Copiii, începând cu 2 ani, trebuie să consume câteva produse alimentare sărace în: grăsime totală, în grăsime saturată și colesterol și multe produse bogate în: fibre, vitamine și minerale, ca: pâinea, cerealele, fructele și legumele, ceea ce reduce riscul dezvoltării bolilor de inimă și a anumitor tipuri de cancer.

Recomandări pentru copiii între 3 – 18 ani:

Formula de calcul a cantității de fibre ce trebuie consumată pe zi:

Vârsta copilului + 5 = nr. grame fibre dietetice / zi;

În acest caz, ca și la adulți este necesar să se consume mai multe lichide ca: apă, suc și lapte.

Concluzie

Fibrele alimentare exercită un spectru larg de efecte benefice, ceea ce a determinat includerea lor în alimentația profilactică și chiar terapeutică.

La administrarea fibrelor alimentare este necesară alegerea corespunzătoare a lichidelor, pentru a asigura efectul terapeutic dorit. Experimentele clinice au arătat că eficacitatea terapeutică a fibrelor alimentare este legată de creșterea volumului conținutului intestinal corelat cu creșterea necesarului de lichide.[15]

Preferința omului pentru pâinea albă, care are o culoare mai atrăgătoare și conține mult amidon, elimină 50 – 80 % din conținutul inițial de vitamine și săruri

minerale ale bobului de grâu. Datorită consumului ridicat de pâine albă, s-a constatat în ultimele decenii o incidență crescută a unor afecțiuni intestinale, a afecțiunilor cardiovasculare și creșterea colesterolemiei. Statisticile au demonstrat că frecvența acestor afecțiuni este mai mare în mediul urban decât în mediul rural și mai accentuată în țările industrializate.

Nutriționiștii sunt de părere că introducerea fibrelor în alimentație reprezintă un factor de protecție și o măsură profilactică în boli cardiovasculare, obezitate, protecția sistemului hepato-biliar, a intestinului gros.

Ca indicații generale privind creșterea consumului de fibre alimentare, se recomandă consumul de pâine integrală, în loc de pâine albă, cereale integrale în loc

de cereale rafinate, fructe cu coajă și semințe în loc de sucuri de fructe, legume, fasole, mazăre boabe, etc.

Pentru ca procesul de gelificare intestinală să se desfășoare optim, aportul de fibre alimentare trebuie corelat cu o creștere adecvată a aportului hidric.

Persoanele cu risc de deficit mineral (mai ales copiii în perioada de creștere și vârstnicii) trebuie să suplimenteze alimentația cu calciu, magneziu, fosfor și săruri minerale, din cauza efectului chelator al fibrelor alimentare.

Se recomandă ca rația alimentară să conțină 20 – 30 g fibre / zi, repartizate astfel: 40% fibre din cereale, 51% fibre din legume și 9% fibre din fructe.

Produse ce conțin fibre sunt prezentate în tabelul 4:

Tabelul 4

Produse ce conțin fibre

Produs alimentar	Cantitate	Gramme fibre
Cereale		
Tărâță de grâu	1 cană	7
Făină de ovăz	1 cană	4
Pâine integrală de grâu	1 felie	1-3
Pâine albă de grâu	1 felie	1
Baton de cereale umplute cu fructe	1	1
Legume preparate		
Mazăre verde	1/2 cană	4
Broccoli	1/2 cană	2
Morcovi	1/2 cană	2
Porumb	1/2 cană	2
Fructe		
Măr cu coajă	1 mediu	3
Portocale	1 mică	2
Struguri	1/4 cană	2
Banane	1 medie	1-3
Prune uscate	3 medii	>4
Mure	1/2 cană	>4

Bbliografie

1. Andlauer, W., Furst, P., *Does cereal reduce the risk of cancer?*, Cereal Foods World, 44,2, pag.76-77, 1999.
2. Banu, C., *Folosirea aditivilor în industria alimentară*, Ed. Tehnică, București, 2000;
3. Chandhari, R., *Foods of the Future: The impact of Functional Foods in the Cereal Industry*, Cereal Foods World,44,2, pag.94-95, 1999;
4. De Vries, J.W.,Prosky, L.,Li, B.,Cho, S., *A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber*, Cereal Foods World, 4,5, pag.367 – 369, 1999;
5. Giurea, A. M., *Cercetări aplicative asupra factorilor care influențează proprietățile de panificație ale grâului*, Teză de doctorat, pag. 173 - 178, 288 – 294, 374, 1999;
6. Greenberg, N.A.,Sellman, D. *Partially Hidrolyzed Guar Gum as a Fiber*,Cereal Foods World, 43, 9, pag.703 – 708, 1998
7. Izzo, M., Niness, K., *Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose*, Cereal Foods World, 46, 3, pag.102 – 106, 2000
8. Jones, J., *Update on Defining Dietary Fiber*, Cereal Foods World, 45, 5, pag.219 – 221, 2000;
9. Mc Cleary, B.V., *Enzyme Purity and Activity in Fiber Determinations*, Cereal Foods World, 44, 8, pag.590 – 596, 1999;
10. Nelson, A.L., *Properties of High-Fiber Ingredients*, Cereal Foods World, 46, 3, pag.93 – 97, 2001;
11. Niness, K., *Breakfast Foods and Health Benefits of Inulin and Oligofructose*, Cereal Foods World, 44, 2, pag.79 – 81, 1999;
12. Ranhotra, G.S.,Gehoth, J.A., Leinen, S.D., *Resistant Starch in Selected Grain – Based Foods*, Cereal Foods World, 44, 5, pag.357 – 359, 1999;
13. Rășenescu, L.,Oțel, L., *Îndrumar pentru Industria Alimentară*, Ed Tehnică, București, 1988;
14. Riaz, M.N., *Soybeans as Functional Foods*, Cereal Foods World, 44, 2, pag.88 – 92, 1999;
15. Segal B.,Segal R., *Tehnologia produselor alimentare de protecție*, Ed. Ceres, București, 1991;
16. Yue, P.,Waring, S., *Resistant Starch in Food Application*, Cereal Foods World, 43, 9, pag. 690 – 695, 1998.
17. * * * *Inulin: Added Value* , European Baker, iulie / august, pag.40 – 44, 1999;
18. * * * *The Definition of Dietary Fiber*, AACC Report, Cereal Foods World, 46, 3, pag.112 – 126, 2000.